

MANUFACTURING METHOD FOR SEMICONDUCTOR DEVICE, MANUFACTURING METHOD FOR REAR INCIDENCE-TYPE LIGHT RECEIVING DEVICE, SEMICONDUCTOR DEVICE AND REAR INCIDENCE-TYPE LIGHT RECEIVING DEVICE

Publication number: JP2001267592

Publication date: 2001-09-28

Inventor: YAGI TAKESHI

Applicant: NIPPON KOGAKU KK

Classification:

- international: H01L31/02; H01L27/148; H01L31/09; H01L31/02;
H01L27/148; H01L31/08; (IPC1-7): H01L31/02;
H01L31/09

- european: H01L27/148A

Application number: JP20000070594 20000314

Priority number(s): JP20000070594 20000314

Also published as:



US6677178 (B2)

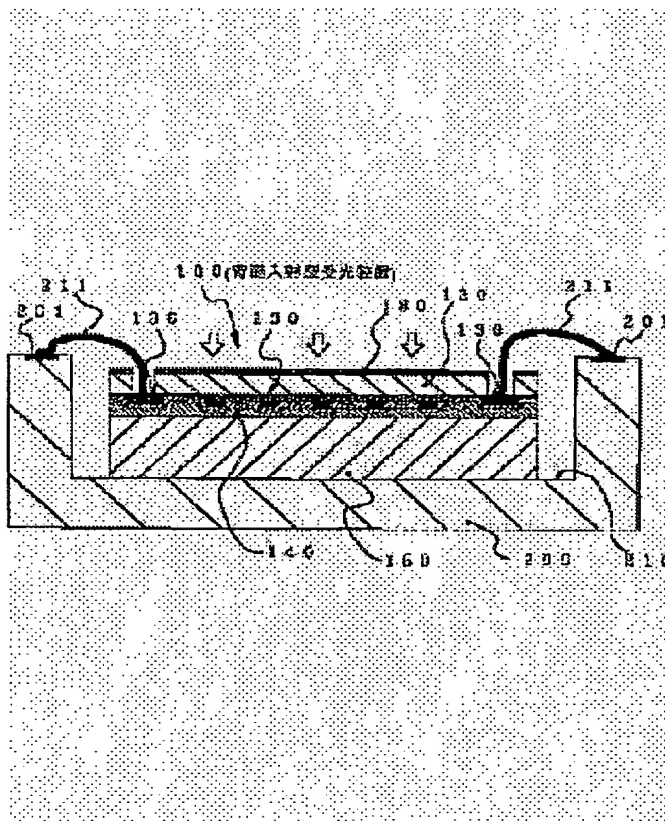


US2001026001 (A1)

Report a data error here

Abstract of JP2001267592

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a manufacturing method, for a semiconductor device, in which when another substrate is pasted on a thin-film semiconductor substrate, unwanted stresses are not applied to the substrate. **SOLUTION:** An element formation part 130 is formed on the surface of a silicon substrate 120, and its surface is coated with a resin-based adhesive 140. A glass substrate (a substrate for reinforcement) 150 is bonded from the upper part of the coating adhesive 140. The adhesive 140 has a hardness of 40 or less after its hardening (JIS-A Standard), so that when the adhesive 140 is hardened, a stress is not applied to the substrate 120, even if a difference exists between the coefficient of thermal expansion of the adhesive 140 and that of the substrate 120.



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

6/7

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-267592

(P2001-267592A)

(43) 公開日 平成13年9月28日 (2001.9.28)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード(参考)
H 0 1 L 31/02		H 0 1 L 31/02	B 5 F 0 8 8
31/09		31/00	A

審査請求 未請求 請求項の数9 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2000-70594(P2000-70594)

(22) 出願日 平成12年3月14日 (2000.3.14)

(71) 出願人 000004112

株式会社ニコン

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号

(72) 発明者 八木 健

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株式会社ニコン内

(74) 代理人 100072718

弁理士 古谷 史旺 (外1名)

Fターム(参考) 5F088 AA02 AB02 BA18 CB14 CB18

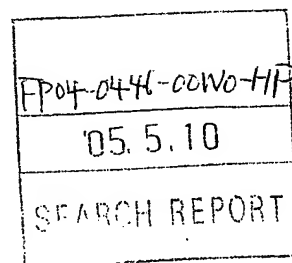
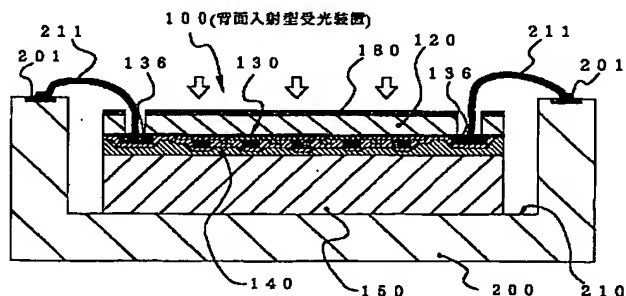
EA02 GA04 JA05 LA05 LA07

(54) 【発明の名称】 半導体装置の製造方法、背面入射型受光装置の製造方法、半導体装置、及び背面入射型受光装置

(57) 【要約】

【課題】 薄膜の半導体基板に他の基板を張り合わせる際に、これに不要な応力を加えないようにした半導体装置の製造方法を提供する。

【解決手段】 シリコン基板120の表面に素子形成部130が形成され、その上面に樹脂系接着剤140が塗布される。塗布された樹脂系接着剤140の上方よりガラス基板(補強用の基板)150が接着される。樹脂系接着剤140は、硬化後の硬度が40(JIS-A規格)以下である。これにより、樹脂系接着剤140が硬化したときに、この樹脂系接着剤140とシリコン基板120との熱膨張係数に差異があっても、シリコン基板120に応力が加わらない。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 シリコンからなる基体の表面に素子を形成するステップと、

前記素子が形成された前記基体の上面に樹脂系接着剤を塗布するステップと、

前記塗布された樹脂系接着剤の上方より他の基板を載置して接着するステップとを含む、

前記樹脂系接着剤として、硬化後の硬度が40（JIS-A規格）以下の接着剤が用いられることを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項2】 請求項1に記載の前記樹脂系接着剤は、硬化前の粘度が $9\text{ N}\cdot\text{s}/\text{m}^2$ 以下の接着剤であり、前記基体の上面に樹脂性接着剤を塗布するステップは、当該樹脂系接着剤を前記基体に滴下するステップと、当該半導体基板を回転するステップとを含んでいることを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項3】 請求項1又は請求項2に記載の前記シリコンからなる基体を厚さ $10\sim 20\mu\text{m}$ に形成し、その表面に受光素子を形成し、その背面側を入射面とすることを特徴とする背面入射型受光装置の製造方法。

【請求項4】 半導体基板にイントリンシックゲッタリングを施してその表面に無欠陥層を形成するステップと、

前記半導体基板の上面にエピタキシャル層を形成するステップと、

前記エピタキシャル層の表面に素子を形成するステップと、

前記素子が形成された前記エピタキシャル層の上面に接着剤を塗布し、その上方に他の基板を載置して接着するステップと、

前記エピタキシャル層の下面側の前記半導体基板を、少なくとも当該結晶欠陥層が除去されるように機械研磨するステップと、

前記機械研磨により露出した前記エピタキシャル層の表面、又は露出した前記半導体基板の無欠陥層の表面に、化学的なエッチングを施すステップとを含むことを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項5】 半導体基板の上面にエピタキシャル層を形成するステップと、

前記エピタキシャル層の表面に素子を形成するステップと、

前記素子が形成された前記エピタキシャル層の上面に接着剤を塗布し、その上方に他の基板を載置して接着するステップと、

前記エピタキシャル層に接着された前記他の基板の上面に、ホットワックスを介して保護用基板を接着するステップと、

前記半導体基板、前記エピタキシャル層、及び前記保護用基板に、ウェットエッチングを施すステップと、

前記ウェットエッチングの後に、前記ホットワックスを

溶融させて前記保護用基板を除去するステップとを含むことを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項6】 請求項4又は請求項5に記載の前記エピタキシャル層の表面に受光素子を形成するステップを含み、

前記エピタキシャル層の背面側を入射面とすることを特徴とする背面入射型受光装置の製造方法。

【請求項7】 半導体基板の無欠陥層の上面に積層され当該無欠陥層が化学的なエッチングにて除去されて得られたエピタキシャル層、又は、前記化学的なエッチングの後に無欠陥層の一部が残ったエピタキシャル層に、素子が形成されていることを特徴とする半導体装置。

【請求項8】 請求項7に記載のエピタキシャル層は、その欠陥密度が $1\times 10^3/\text{cm}^3$ 以下（セコエッチによる計測方法）となっていることを特徴とする半導体装置。

【請求項9】 請求項7又は請求項8に記載の前記エピタキシャル層の表面に受光素子が形成され、その背面側が入射面となっていることを特徴とする背面入射型受光装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、半導体装置及びその製造方法に関し、特に、紫外線等の短波長のエネルギー線の検出に有用な背面入射型受光装置及びその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】CCD型固体撮像装置において、入射面（受光部）で光電変換された電子を外回路へ読み出すための転送方式の1つとして、開口率を最大限にしたフルフレームトランスファ（FFT）方式が用いられている（FFT型受光装置）。このFFT型受光装置では、吸収係数が比較的小さくなる波長の長い光（可視光等）が透過するように入射面（受光部）の上方にITO（インジウムスズ酸化物）膜等の透明電極膜からなる電極が形成されている。

【0003】このように電極がITOにて形成されたFFT受光装置にあつては、その入射面（受光部）近傍で、当該ITOを透過する比較的波長の長い可視光を検知することができるが、吸収係数の大きい紫外線、放射線、電子線等のエネルギー線（短波長の光）は、当該ITOに吸収されてしまい、著しい感度の低下を引き起こす。

【0004】このため、従来より紫外線、放射線、電子線等の短波長の光を検出するために、拡散層、電極等の受光素子が形成されている素子形成部（基板の表面）とは反対側の面（背面）を入射面として、短波長の光の検出を可能にした、所謂、背面入射型受光装置が提案されている。この背面入射型受光装置では、受光素子が形成される半導体基板（シリコン基板）が、厚さ $10\mu\text{m}\sim$

20 μm 程度に薄膜化されている。これは、背面入射型受光装置では、吸収係数の大きな短波長の光は、殆どが入射面（背面）近傍で吸収されて電子に変換され、仮に300 μm ～500 μm 程度のシリコン基板（一般的な受光装置の基板）をそのまま用いたのでは、この変換された電子がその表面の受光素子（拡散層、電極等）に到達するまでに、基板内で再結合により消失して感度を低下させたり、入射面の異なる場所に入射した光により生じた電子同士が混合してその解像度の低下させるからである。

【0005】表面に受光素子（拡散層、電極等）が形成される半導体基板（シリコン基板）を、上記のように10 μm ～20 μm 程度とする場合、この半導体基板（シリコン基板）に補強用の基板（シリコン基板、ガラス基板等）を、入射面（背面）の反対側の面（受光素子が形成されている表面）に張り合わせて、その補強がされる。この補強用の基板は、背面入射型受光装置の製造時の、半導体基板（シリコン基板）を薄膜化する工程や、その後の工程（例えば、ダイシング工程等）での取り扱い時に、当該半導体基板（シリコン基板）の強度を確保してその破損を防ぐためのものでもある。

【0006】尚、シリコン基板に補強用の基板を張り合わせるに当たっては、これらの間を硬化後の硬度が一定以上となるように強度に接着すべく、硼リン珪酸ガラス（BPSG）、スピンオンガラス（SOG）に用いられる液状のシリカ系化合物等の酸化シリコン系材料を用いて接着する方法や、エポキシ系等の汎用されている樹脂系接着剤を用いて接着する方法が、従来より提案されている。

【0007】又、背面入射型受光装置は、その動作上、半導体基板（シリコン基板）の入射面（背面）から受光素子（拡散層、電極等）が形成されている表面まで、電子を効率よく移動させなければならないため、表面から背面に至るまで、結晶欠陥が無いことが理想である。又、動作不良を引き起こす金属不純物が無いことも必要である。

【0008】この結晶欠陥や金属不純物に起因する素子の動作不良等を防止するため、従来より、受光素子（拡散層、電極等）が形成されるシリコン基板（エピタキシャル層）を形成するに当たって、先ず、エピタキシャル成長させるための半導体基板を用意し、これにIG（イントリンシック・ゲッタリング）法を施して、結晶欠陥の無い半導体基板を形成し、この結晶欠陥のない半導体基板の表面にシリコンをエピタキシャル成長させていた（エピタキシャル層の形成）。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記のように、無欠陥層の表面にシリコン基板（エピタキシャル層）を形成させて、これに拡散層、電極等の受光素子を形成した従来の背面入射型受光装置であっても、短波

長の光に対して所望の感度、解像度を得ることが困難であった。

【0010】これは、以下の理由による。第1の理由は、薄膜化されるシリコン基板を補強用の基板に張り合わせるに当たって、上記した酸化シリコン系材料や、樹脂接着剤が用いられることによるものである。例えば、酸化シリコン系材料を張り合わせに用いた場合、この酸化シリコン系材料は、シリコン基板に対する密着性は高いものの、補強用の基板（シリコン基板、ガラス基板等）を張り合わせる際、その接合力が低くなり、その後の加工処理（例えば、ダイシング処理）において、シリコン基板と補強用の基板が、互いに剥離する虞がある。又、補強用の基板を張り合わせるに当たっては、互いの接合面を予め平坦化しておかなければならず、従って、シリコン基板の上にシリコン系材料を塗布し、その表面を研磨し、その上面に補強用の基板を載置し、これに高温処理を施すという具合に、その張り合わせ工程が煩雑になる。

【0011】一方、汎用されている樹脂系接着剤を用いた張り合わせでは、樹脂系接着剤の硬化後、シリコン基板と接着剤との熱膨張率の違いから接合部分に応力が生じ、この応力が、主に薄膜（10 μm ～20 μm ）のシリコン基板を撓ませ、これに形成された素子（拡散層、電極等の受光素子）側で信号を伝搬する際の動作不良や、素子自体の破損等の不都合を生じていた。

【0012】第2の理由は、エピタキシャル層が形成された後、一般に、半導体基板はウェットエッチングで除去されることによる。すなわち、ウェットエッチングの際に、無欠陥層のエッチングより先に、その下側の欠陥層がエッチングされる。このとき結晶欠陥層の結晶欠陥が存在する箇所が余分にエッチングされ、そのエッチングが進むと、ウェットエッチングが無欠陥層に至ったときに、結晶欠陥層を無欠陥層に残す。この状態で、引き続きウェットエッチングを施すと、無欠陥層の結晶欠陥層が、エピタキシャル層に転写され、その表面に結晶欠陥層が生じる。このエピタキシャル層に生じた結晶欠陥層は、入射する光を散乱させたり、入射した光から生成した電子や正孔の再結合領域となるため、解像度の低下や、感度の低下を招く原因となる。

【0013】このような結晶欠陥層をなくすために、ウェットエッチングに代えて機械研磨を施すことも考えられる。機械研磨によれば、半導体基板の結晶欠陥層は、無欠陥領域と同等に研磨されるため、研磨後、結晶欠陥層が生じず、平坦な面が得られる。しかし、機械的な研磨方法では、研磨の際の砥粒と研磨される基板との摩擦により、半導体基板の無欠陥層やエピタキシャル層の加工面に加工変質層と呼ばれる結晶の歪みを生じさせる。この加工変質層は、結晶欠陥層と同様に、入射する光を散乱させたり、入射した光から生成した電子や正孔の再結合領域となるため、解像度の低下や、感度の低下を招

10

20

30

40

50

く原因となる。

【0014】第3の理由は、ウェットエッチングを行った場合の不具合である。エッチング溶液を用いて素子形成基板を薄膜化する場合、工程を簡易に行うために、通常、半導体基板は、ウェハの状態ではエッチング溶液に浸されるが、この際、補強用の基板（ガラス基板等）もエッチングされ、膜減りを生じることとなる。これは、素子全体の強度を弱めることになる。更に補強用の基板のエッチングが不均一になされると、背面入射型受光装置をパッケージに收容したときに不均一な面がパッケージに接着され、入射面が傾く等、解像度の低下、感度の低下を招く虞もある。

【0015】本発明は、かかる事情に鑑みてなされたもので、その第1の目的は、背面入射型受光装置の受光素子が形成されるシリコンからなる基体を、薄膜化し、これに補強用の基板を張り合わせる際に、当該基体に余分な応力を加えることのないようにした半導体装置及びその製造方法を提供することである。

【0016】又、本発明の第2の目的は、背面入射型受光装置の受光素子が形成されるシリコンからなる基体の表面から背面にかけて、その結晶欠陥を可及的に低減させた半導体装置及びその製造方法を提供することである。又、本発明の第3の目的は、無欠陥層を有する半導体基板上にシリコンをエピタキシャル成長させ、これに補強用の基板を張り合わせ、その後、半導体基板のみをウェットエッチングで除去する際に、補強用の基板をエッチングされないように保護する半導体装置の製造方法を提供することである。

【0017】

【課題を解決するための手段】上記課題を達成するために、請求項1の発明は、シリコンからなる基体の表面に素子を形成するステップと、前記素子が形成された前記基体の上面に樹脂系接着剤を塗布するステップと、前記塗布された樹脂系接着剤の上方より他の基板を載置して接着するステップとを含み、前記樹脂系接着剤として、硬化後の硬度が40（JIS-A規格）以下の接着剤を用いたものである。これにより、樹脂系接着剤が硬化したときに、この樹脂系接着剤とシリコンからなる基体（エピタキシャル層）との熱膨張係数に差異があっても、基体に加わる応力が小さくなる。

【0018】又、請求項2は、請求項1に記載の前記樹脂系接着剤を、硬化前の粘度が $9\text{ N}\cdot\text{s}/\text{m}^2$ 以下の接着剤とし、前記基体の上面に樹脂性接着剤を塗布するステップが、当該樹脂系接着剤を前記基体に滴下するステップと、当該半導体基板を回転するステップとを含んでいるものである。これにより、樹脂系接着剤を、素子が形成された基体の上面に満遍なく、かつ、平坦に塗布できる。

【0019】又、請求項3の発明は、請求項1又は請求項2に記載の前記シリコンからなる基体を厚さ10～2

0 μm に形成し、その表面に受光素子を形成し、その背面側を入射面とするものである。これにより、背面入射型受光装置において、拡散層、電極等の受光素子が形成される基体を薄膜化（例えば、10 μm ～20 μm ）とした場合でも、この基板に余分な応力が加わることがない。

【0020】又、請求項4の発明は、半導体基板にイントリニクゲッターリングを施してその表面に無欠陥層を形成するステップと、前記半導体基板の上面にエピタキシャル層を形成するステップと、前記エピタキシャル層の表面に素子を形成するステップと、前記素子が形成された前記エピタキシャル層の上面に接着剤を塗布し、その上方に他の基板を載置して接着するステップと、前記エピタキシャル層の下面側の前記半導体基板を、少なくとも当該結晶欠陥層が除去されるように機械研磨するステップと、前記機械研磨により露出した前記エピタキシャル層の表面、又は露出した前記半導体基板の無欠陥層の表面に、化学的なエッチングを施すステップとを含むものである。これにより、エピタキシャル層の下面側の半導体基板を除去する際に、当該エピタキシャル層又は無欠陥層の表面に結晶欠陥痕が残ることがない。

【0021】又、請求項5の発明は、半導体基板の上面にエピタキシャル層を形成するステップと、前記エピタキシャル層の表面に素子を形成するステップと、前記素子が形成された前記エピタキシャル層の上面に接着剤を塗布し、その上方に他の基板を載置して接着するステップと、前記エピタキシャル層に接着された前記他の基板の上面に、ホットワックスを介して保護用基板を接着するステップと、前記半導体基板、前記エピタキシャル層、及び前記保護用基板に、ウェットエッチングを施すステップと、前記ウェットエッチングの後に、前記ホットワックスを溶融させて前記保護用基板を除去するステップとを含むものである。これにより、半導体基板及びエピタキシャル層を、ウェハの状態ではエッチング液に浸してウェットエッチングを施したときに、エピタキシャル層に接着された他の基板が不用意にエッチングされることがない。又、ホットワックスを使用しているの

で、これを容易に（発煙硝酸（例えば、RAーストリッパー（商品名））を用いた洗浄によって）除去することができる。

【0022】又、請求項6の発明は、請求項4又は請求項5に記載の前記エピタキシャル層の表面に受光素子を形成するステップを含み、前記エピタキシャル層の背面側を入射面とするものである。これにより、背面入射型受光装置において、結晶欠陥痕が生じることのないエピタキシャル層又は無欠陥層に受光素子を形成することができる。又、ウェットエッチングを行う際に、エピタキシャル層等を補強する他の基板が不用意にエッチングされることもない。

【0023】又、請求項7の発明は、半導体基板の無欠

陥層の上面に積層され当該無欠陥層が化学的なエッチングにて除去されて得られたエピタキシャル層、又は、前記化学的なエッチングの後に無欠陥層の一部が残ったエピタキシャル層に、素子が形成されているものである。これにより、結晶欠陥が可及的に低減されたエピタキシャル層の表面、若しくは無欠陥層に素子を形成することができる。

【0024】又、請求項8の発明は、請求項7に記載のエピタキシャル層は、その欠陥密度が表面から背面にかけて $1 \times 10^3 / \text{cm}^3$ 以下（セコエッチによる計測方法）となったものである。表面から背面にかけて結晶欠陥が一定値以下の基体は、これに形成される素子の特性が著しく向上する。又、請求項9の発明は、請求項7又は請求項8のエピタキシャル層の表面に受光素子が形成され、その背面側が入射面となっているものである。このように結晶欠陥が可及的に低減された基体に、背面入射型受光装置の受光素子を形成した場合、背面側で入射光によって生じた電子がその表面側（受光素子側）に効率よく移動することができる。

【0025】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について、図1から図6を参照して説明する。尚、この実施の形態は、請求項1から請求項9に対応する。先ず、本発明に係る背面入射型受光装置100のデバイス構造について、図1、図2を用いて説明する。

【0026】背面入射型受光装置100は、図1に示すように、エピタキシャル成長層からなるシリコン基体120と、シリコン基体120の下方に形成された素子（受光素子）形成部130と、シリコン基体120及び素子形成部130下側に塗布された樹脂系接着剤140と、この接着剤140によって張り合わされたガラス基板（補強用の基板）150と、シリコン基体120の背面（図中上方）に形成された反射防止膜180からなる。

【0027】このように構成された背面入射型受光装置100は、ガラス基板（補強用の基板）150の下側がセラミック製パッケージ200の收容部210に接着されている。そして、背面入射型受光装置100の金属配線136、136…がパッケージ200に形成された電極201、…にボンディングワイヤ211、…によって電気的に接続されている。

【0028】ここで、シリコン基体120はp型であり、図2（a）に示すように、その下側（表面側）に、受光素子の一部を構成するイオン注入によりn型の不純物拡散層120Bが形成されている。このn型不純物拡散層120Bの下方には、シリコン酸化膜131が形成され、その下側に第1の転送電極132、第2の転送電極133が形成され、その下側にパッシベーション膜134が形成されている。

【0029】このパッシベーション膜134の下側に

は、樹脂系接着剤140を介して、ガラス基板（補強用の基板）150が張り合わされている。このように構成された背面入射型受光装置100では、シリコン基体（エピタキシャル層）120は、図2（b）に示すように、背面（図2中、上側）から表面（同、下側）にかけてポテンシャルが低下する。

【0030】この背面入射型受光装置100では、背面（図2中、上側）が入射面となっているため、背面（入射面）で受けた光によって生成された電子がその表面側の素子形成部130に効率よく移動できるように、シリコン基体（エピタキシャル層）120の厚さD1が $10 \mu\text{m} \sim 20 \mu\text{m}$ となっている。尚、n型不純物拡散層120Bの厚さD2は $1 \mu\text{m} \sim 2 \mu\text{m}$ 程度である。

【0031】又、背面入射型受光装置100では、電子をシリコン基体（エピタキシャル層）120の背面から表面（n型不純物拡散層120B）まで移動させなければならないから、シリコン基体120の欠陥密度を、 $1 \times 10^3 / \text{cm}^3$ 以下（セコエッチによる計測方法）としている。又、樹脂系接着剤140としては、硬化後の硬度（硬さ）が40（JIS-A規格）以下の接着剤を用いている。このように樹脂系接着剤140を硬度が40（JIS-A規格）以下の接着剤とするのは、シリコン基体（エピタキシャル層）120と硬化後の樹脂系接着剤140との間の熱膨張係数に差があって、その接合部分に応力が発生しても、シリコン基体（エピタキシャル層）120が撓んだり、亀裂が生じたりしないようにするためである。

【0032】ここで樹脂系接着剤140としては、熱硬化性樹脂（エポキシ等）、熱可塑性樹脂（ゴム等）や、シリコン系接着剤（例えば、DA6501、JCR6132N（共に商品名））等が考えられる。次に、背面入射型受光装置100の製造方法について、図3～図6を用いて説明する。尚、ここでは、主に、シリコン基体（エピタキシャル層）120の形成手順、ガラス基板（補強用の基板）150の張り合わせ手順、保護用シリコン基板（保護用基板）70の張り合わせ手順について説明する。従って、背面入射型受光装置100の素子形成部130の受光素子、その他の回路、不純物拡散領域、配線間の層間絶縁膜等については、その詳細な説明を省略する。

【0033】背面入射型受光装置100を製造するに当たっては、先ず、高濃度（ $1 \times 10^{20} \text{cm}^{-3}$ 程度）にp型不純物が導入されたシリコン基板10に、IG法を施してその表面と背面に無欠陥層（DZ層）11、11を形成する。この無欠陥層11、11の間が結晶欠陥層12となる。そして、一方の無欠陥層11の上面に、エピタキシャル成長装置により、所望の厚さ（例えば、 $10 \mu\text{m} \sim 20 \mu\text{m}$ 程度）で、低濃度（ $1 \times 10^{14} \text{cm}^{-3}$ 程度）にp型不純物が導入されたエピタキシャル層（シリコンエピタキシャル成長層）120を形成する。こま

での工程で得られたデバイス構造を図3(a)に示す。

【0034】次いで、エピタキシャル層120上に、CCD等の電荷転送部となるポリシリコンからなる電極(第1の転送電極)132、電極(第2の転送電極)133、素子形成部130等を駆動するために外部へ信号を引き出す金属配線135、136…を形成し、その後、PSG(リン・シリケート・ガラス)、BPSG(ボロン・リン・シリケート・ガラス)等の絶縁性のシリコン酸化膜(パッシベーション膜)134を形成して、シリコン基体(エピタキシャル層)120表面に素子形成部130を形成する。ここまでの工程で得られたデバイス構造を図3(b)に示す。

【0035】このように、素子形成部130が形成されたシリコン基体120に、その全体を覆うように、樹脂系接着剤(例えば、シリコン系の接着剤)140を、スピナー装置等を用いて塗布する。スピナー装置で塗布する際には、シリコン基体120の上面に樹脂系接着剤140を滴下し、回転速度、回転時間等を調整しながらシリコン基板10及びシリコン基体120を回転させる。これにより樹脂系接着剤140の厚さが均一に調整される。このスピナー装置により塗布される樹脂系接着剤140は、硬化前の粘度が $9\text{ N}\cdot\text{s}/\text{m}^2$ 以下のものが用いられ、これによって平坦化が容易になる。又、用いられる樹脂系接着剤140は、前述したように、硬化後の硬度(硬さ)が40(JIS-A規格)以下のものである。ここまでの工程で得られたデバイス構造を図3(c)に示す。

【0036】樹脂系接着剤140が均一に塗布されたシリコン基体(エピタキシャル層)120に対して、その上方よりガラス基板(補強用の基板)150が載置される。ガラス基板(補強用の基板)150としては、当該シリコン基体(エピタキシャル層)120と略同一の熱膨張率を有するものが選択され、これにより、樹脂系接着剤140を硬化させるための加熱処理で、ガラス基板(補強用の基板)150に張り合わせられるシリコン基体120が撓むことがなく、その変形が生じないようになっている。

【0037】この状態で加熱処理が施されると、樹脂系接着剤140が硬化し、シリコン基体120とガラス基板(補強用の基板)150とが張り合わされる。ここまでの工程で得られたデバイス構造を図4(d)に示す。次いで、上記したガラス基板(補強用の基板)150の上面に、容易に剥離が可能な接着剤(例えば、ホットワックス60)が載せられ、この状態で、シリコン基板10、シリコン基体120、ガラス基板(補強用の基板)150ごと、ホットワックス60の融点まで加温され、ホットワックス60が融解する。そして、その上面に保護用シリコン基板(保護用基板)70を載置する。この状態のまま冷却されると、ホットワックス60が硬化し、保護用シリコン基板(保護用基板)70が、ガラス

基板(補強用の基板)150の上面に張り合わされる。ここまでの工程で得られたデバイス構造を図4(e)に示す。

【0038】次いで、シリコン基体(エピタキシャル層)120の入射面(背面)側にあるシリコン基板10を研磨装置を用いてラッピング(機械研磨)し、少なくとも、シリコン基板10の結晶欠陥層12を完全に除去する。その後、ポリッシング(機械研磨)することにより、残った無欠陥層12の下側の面を鏡面にする。ここまでの工程で得られたデバイス構造を図4(f)に示す。

【0039】そして、この機械研磨(ラッピング、ポリッシング)によって露出したシリコン基板10の無欠陥層11の表面に、化学的なエッチング(等方性のウェットエッチング)を施して、これを除去する。このように機械研磨(ラッピング、ポリッシング)の後に、更に、ウェットエッチングを行うことによって、機械研磨の際の砥粒と基板の摩擦により無欠陥層11の加工面に加工変質層と呼ばれる結晶の歪みが生じて、この加工変質層が、このウェットエッチングによって除去される。

【0040】このウェットエッチング(等方性のウェットエッチング)は、例えばフッ酸、硝酸、酢酸を1:3:8の割合で混合したエッチング溶液が等を用いて行われる。このウェットエッチングにより、機械研磨により生じた加工変質層が全て除去され、シリコン基体(エピタキシャル層)120が、所望の厚さ(10 μm ~20 μm)まで薄膜化される。ここまでの工程で得られたデバイス構造を図4(g)に示す。

【0041】ここで、ウェットエッチングに先立って、結晶欠陥層12が完全に除去されるまでシリコン基板10に機械研磨(ラッピング、ポリッシング)を施すのは、結晶欠陥層12が残った状態でウェットエッチングを行うと、結晶欠陥層12では結晶欠陥が存在する箇所のエッチングが早く進み、その後、エッチングが無欠陥層11に達したときに、無欠陥層11の表面に結晶欠陥痕が生じてその面が均一とならず、この無欠陥層11の結晶欠陥痕が、その後、エピタキシャル層101に転写されるからである。すなわち、ウェットエッチングに先立って機械研磨(ラッピング、ポリッシング)を施すことにより、欠陥層12が機械的に除去されることとなり、その後、無欠陥層11にウェットエッチングを行っても、無欠陥層11、シリコン基体120に結晶欠陥痕が生じることがなくなる。

【0042】又、機械研磨の後にウェットエッチングを行うことによって、機械研磨(ラッピング、ポリッシング)により生じる加工変質層を除去することができ、この加工変質層による入射光の散乱がなくなり、又、入射光によって生成された電子や正孔の再結合領域もなくなり、背面入射型受光装置100における解像度、感度の低下を回避できる。

【0043】このようにシリコン基体（エピタキシャル層）120にウェットエッチングを行った後、全体を加熱してホットワックス60を溶融して、保護用シリコン基板（保護用基板）70を剥離し、更に、残留したホットワックス60を発煙硝酸（例えば、RAーストリッパー（商品名））等を用いた洗浄により除去し、その後、反射防止膜190を形成する。そして、金属配線136、136を露出させるためのコンタクトホール190、190を形成する。この場合、ガラス基板（補強用の基板）150はウェットエッチングされないで、膜減りが生じることなく、その上面が均一のままである。ここまでの工程で得られたデバイス構造を図4（h）に示す。

【0044】この後、背面入射型受光装置100が形成されたシリコン基体（エピタキシャル層）120は、ダイシング等により分割され、その後、ダイボンディング工程、ワイヤボンディング工程等の工程を経て、パッケージ200に納められ、図1（a）に示す背面入射型受光装置100が得られる。ここで、背面入射型受光装置100は、均一なガラス基板150の上面が収容部210に接着されるので、入射面シリコン基体120の背面が、パッケージ200に対して傾くこともない。

【0045】以上説明した製造方法によって、実際に、背面入射型受光装置100のシリコン基体（エピタキシャル層）120の結晶欠陥をどの程度に抑えられるかを、実験により確認した。ここでは、IGにより形成された無欠陥層11が、 $10\mu\text{m}\sim 80\mu\text{m}$ の複数のシリコン基板10を用意した。そして、各々のシリコン基板10にシリコンを $10\mu\text{m}\sim 20\mu\text{m}$ 程度にエピタキシャル成長させてシリコン基体（エピタキシャル層）120を形成し、このシリコン基体（エピタキシャル層）120に素子形成部130を形成して、背面入射型のCCD型受光素子を製造した。

【0046】実際に製造した背面入射型のCCD型受光素子で素子特性（感度、解像度、欠陥画素の発生具合等）を評価したところ、無欠陥層11が $20\mu\text{m}\sim 30\mu\text{m}$ のシリコン基板10上にシリコンをエピタキシャル成長させたものが、最適の素子特性を示した。この場合の無欠陥層11の欠陥密度をセコエッチによる計測方法で測定したところ、 $1\times 10^3/\text{cm}^3$ 以下であった。このことから、この無欠陥層11の表面に成長させたシリコン基体（エピタキシャル層）120の欠陥密度も、略 $1\times 10^3/\text{cm}^3$ 以下と考えられる。

【0047】このように無欠陥層11が $20\mu\text{m}\sim 30\mu\text{m}$ のシリコン基板10を用いた場合に最適（欠陥密度は、 $1\times 10^3/\text{cm}^3$ 以下）となったのは、無欠陥層11の厚さ（幅）が $20\mu\text{m}$ より小さいと、シリコン基板10表面近傍まで無欠陥（実質的なDZ）の部分が届かず、その表面に結晶欠陥が残り、一方、厚さ（幅）が $30\mu\text{m}$ より大きいと、金属不純物等が結晶欠陥層12側

に完全には引き寄せられずに残ってしまうからと考えられる。

【0048】このように、シリコン基体（エピタキシャル層）120を形成するに当たり、無欠陥層11の厚さが $20\mu\text{m}\sim 30\mu\text{m}$ のシリコン基板10を用意することで、シリコン基体（エピタキシャル層）120の欠陥密度を $1\times 10^3/\text{cm}^3$ 以下とし、これを用いた背面入射のCCD型受光素子の素子特性を最適のものとすることができる。

【0049】尚、上記した実施の形態では、ウェットエッチングによって、シリコン基板10の無欠陥層11を完全に除去した例をあげて説明したが（図4（g））、図6（a）、（b）に示すように、ウェットエッチングの際に、エピタキシャル層120の表面に無欠陥層11が残っていても、背面入射型受光装置100の十分な感度、解像度が得られる。

【0050】又、上記した実施の形態では、補強用の基板としてガラス基板を用いた例をあげたが、他のシリコン基板を用いてもよいのは、勿論である。

【0051】

【発明の効果】以上説明したように請求項1の発明によれば、表面に素子が形成された基体の上面に硬化後の硬度が40（JIS-A規格）以下の接着剤が塗布され、その上面に他の基板が接着されるので、樹脂系接着剤とシリコンからなる基体（エピタキシャル層）との熱膨張係数に差異があっても、当該樹脂系接着剤が硬化したときに、基体に加わる応力が小さくなり、挠み、破損等が生じることがなくなる。

【0052】又、請求項2によれば、塗布される前記樹脂系接着剤は、硬化前の粘度が $9\text{N}\cdot\text{s}/\text{m}^2$ 以下であるため、樹脂系接着剤を前記基体に滴下し、これを回転することで、この樹脂系接着剤は、素子が形成された基体を覆うように、満遍なく、かつ、平坦に塗布され、他の基板との接合が緻密になる。又、請求項3の発明によれば、前記基体が厚さ $10\sim 20\mu\text{m}$ に形成され、その表面に受光素子を形成し、その背面側が入射面とされるので、背面入射型受光装置において、受光素子が形成された基体に、硬化した樹脂系接着剤から余分な応力が加わることがなく、受光素子が形成された部位に、挠みや、破損が生じることがなく、安定した素子特性が得られる。

【0053】又、請求項4の発明によれば、イントリンシックゲッターリングによって表面に無欠陥層が形成された半導体基板の上面にエピタキシャル層が形成され、その上面に樹脂系接着剤により他の基板を載置して互いに接着させ、その後、前記エピタキシャル層の下面側の前記半導体基板を、少なくとも当該結晶欠陥層が除去されるように機械研磨し、更に、化学的なエッチングを施しているため、エピタキシャル層又は無欠陥層の表面に結晶欠陥層が残ることがなく、結晶欠陥が可及的に低減さ

れた良好な基体が提供される。

【0054】又、請求項5の発明によれば、半導体基板の上面に形成されたエピタキシャル層の上面に接着剤を介して補強用の他の基板が接着され、更に、その上面に、ホットワックスを介して保護用基板が接着され、この状態で、前記エピタキシャル層にウェットエッチングが施されるので、エピタキシャル層にウェットエッチングを施したときに、補強用の他の基板が不用意にエッチングされることがなく、当該補強用の他の基板をパッケージ等に收容する際に、エピタキシャル層が、傾くこと

がない。又、ホットワックスを使用しているのので、発煙硝酸を用いた洗浄等によって、容易に除去できる。

【0055】又、請求項6の発明によれば、結晶欠陥層が可及的に低減されたエピタキシャル層の表面に受光素子が形成され、その背面を入射面とした素子特性の優れた背面入射型受光装置が実現できる。

【0056】又、請求項7の発明によれば、エピタキシャル層、又は、無欠陥層の一部が残ったエピタキシャル層に素子が形成されるので、素子特性が向上する。又、請求項8の発明によれば、欠陥密度が $1 \times 10^3 / \text{cm}^3$ 以下（セコエッチによる計測方法）のエピタキシャル層は、表面から背面にかけて結晶欠陥が一定値以下となり、これに形成される素子の特性が著しく向上する。

【0057】又、請求項9の発明によれば、前記エピタキシャル層の表面に受光素子を形成し、その背面を入射面とすることで、背面入射型受光装置において、背面にて入射光によって生じた電子がその表面側の素子に効率

よく移動するので、その感度が向上し、解像度も高くなる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態に係る背面入射型受光装置100の断面図である。

【図2】背面入射型受光装置100の素子形成部130を拡大して示す断面図である。

【図3】背面入射型受光装置100の製造プロセスを示す断面図である。

【図4】背面入射型受光装置100の製造プロセスを示す断面図である。

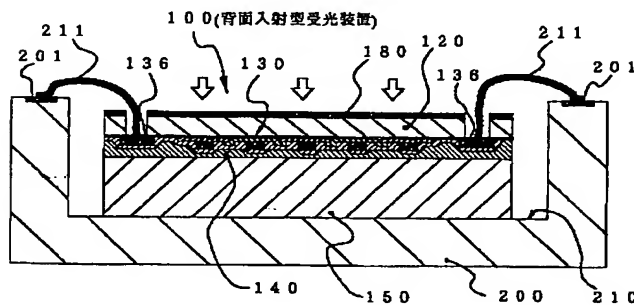
【図5】背面入射型受光装置100の製造プロセスを示す断面図である。

【図6】シリコン基板120の背面に無欠陥層11を残して背面入射型受光装置100を製造する工程を示す断面図である。

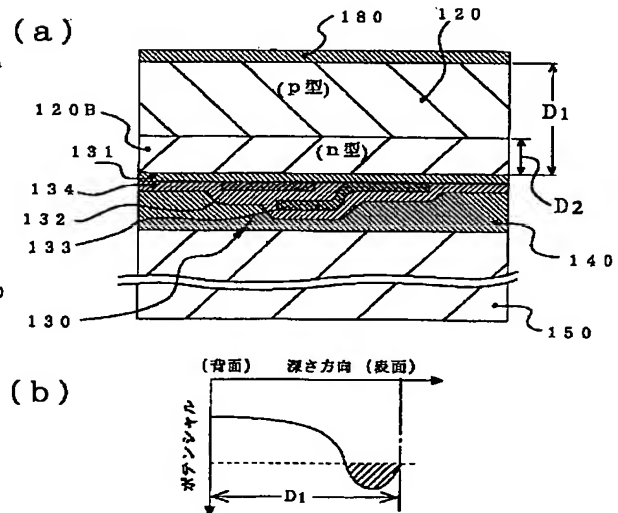
【符号の説明】

- 10 シリコン基板（半導体基板）
- 11 無欠陥層（DZ層）
- 12 結晶欠陥層
- 60 ホットワックス
- 70 保護用シリコン基板（保護用基板）
- 100 背面入射型受光装置
- 120 シリコン基板（エピタキシャル層）
- 130 素子形成部（受光素子の形成部）
- 140 樹脂系接着剤
- 150 ガラス基板（補強用の基板）

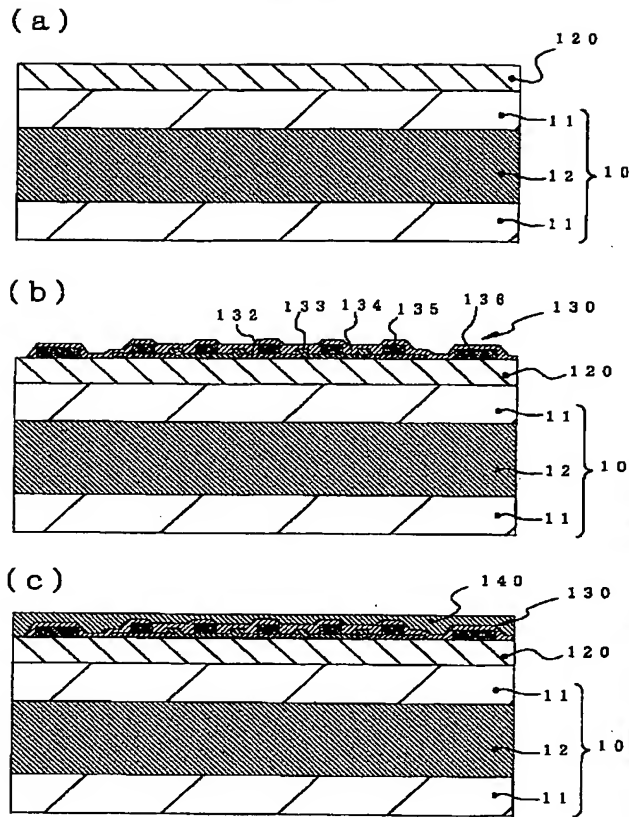
【図1】



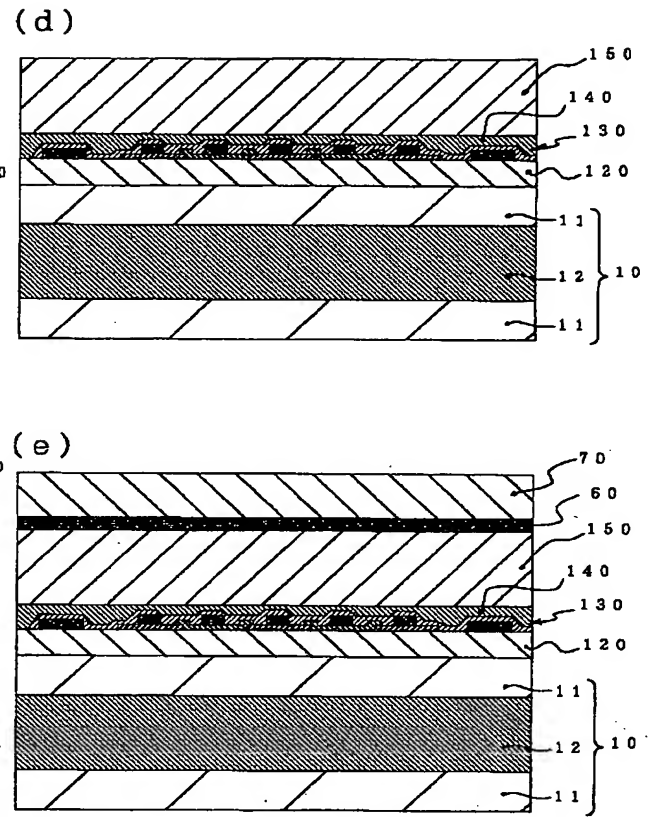
【図2】



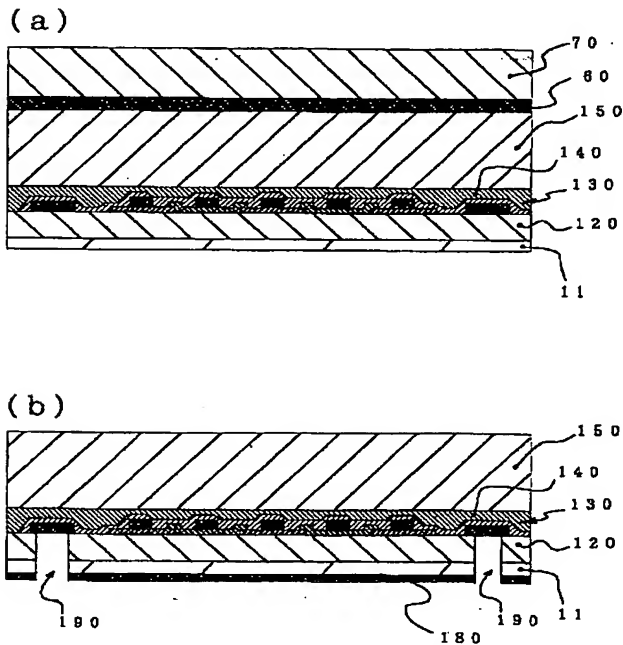
【図3】



【図4】



【図6】



【図5】

